

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/322203972>

# Number of mortality, chronic obstructive pulmonary disease and acute myocardial infarction due to exposure to sulfur dioxide in Tehran, during 2005–2014

Article in *Koomesh* · January 2018

CITATIONS

2

READS

34

4 authors:



**Majid Kermani**

Iran University of Medical Sciences

190 PUBLICATIONS 873 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Mohsen Dowlati**

Iran University of Medical Sciences

37 PUBLICATIONS 164 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Ahmad Jonidi Jafari**

Iran University of Medical Sciences

235 PUBLICATIONS 1,621 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Roshanak Rezaei Kalantary**

Iran University of Medical Sciences

147 PUBLICATIONS 1,300 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Health Impact Assessment of Tehran Air Pollution on Cardiovascular and Respiratory Mortality and Morbidity with Analysis of Air Quality Indices in 2005-2015 [View project](#)



Comparative Investigation of Photochemical Oxidation Process Efficiency Combined with Hydrogen Peroxide and Sodium Persulfate in Degradation of 4-chlorophenol from Synthetic Wastewater [View project](#)

## بررسی تعداد موارد مرگ و میر، بیماری انسداد مزمن ریوی و انفارکتوس میوکاردیال حاد ناشی از مواجهه با آلاینده دی اکسید گوگرد در شهر تهران طی سالهای ۹۳-۸۴

مجید کرمانی<sup>۱\*</sup> (Ph.D)، محسن دولتی<sup>۱\*</sup> (M.Sc)، احمد جنیدی جعفری<sup>۲</sup> (Ph.D)، روشنگ رضایی کلانتری<sup>۲</sup> (Ph.D)

۱- مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

### چکیده

سابقه و هدف: آلودگی هوا تأثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته و باعث به وجود آمدن پیامدهای بهداشتی مختلف از جمله مرگ و بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی می‌شود. بنابراین مطالعه حاضر با هدف مطالعه تعداد کل مرگ، مرگ قلبی عروقی و تنفسی، انفارکتوس میوکاردیال حاد و بیماری انسداد مزمن ریوی ناشی از مواجهه با دی اکسید گوگرد در تهران با استفاده از مدل (AirQ) طی سال‌های ۹۳-۸۴ انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد. ابتدا داده‌های ساعتی طی سال‌های ۹۳-۸۴ از شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران و اداره کل محیط زیست تهران دریافت گردید. سپس طبق معیارهای WHO، اعتبارسنجی گردیده و شاخص‌های آماری مورد نیاز جهت کمی‌سازی اثرات بهداشتی در اکسل محاسبه گردید. در نهایت کمی‌سازی اثرات بهداشتی با استفاده از نرم‌افزار انجام گرفت.

یافته‌ها: میانگین سالیانه غلظت  $SO_2$  طی سال‌های ۹۳-۸۴ به ترتیب ۴۴، ۸۶، ۸۹، ۱۱۲، ۸۲، ۸۱، ۵۹، ۵۱، ۴۰ و ۳۹ میکروگرم بر مترمکعب بود. تعداد موارد کل مرگ ناشی از مواجهه با  $SO_2$  در مجموع دهه گذشته ۸۸۳۶ نفر و مجموع تعداد موارد مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی در دهه گذشته ۷۳۳۵ و ۱۹۱۵ نفر و مجموع تعداد موارد انسداد مزمن ریوی و انفارکتوس میوکاردیال حاد ۱۸۰۶ و ۳۴۷۸ نفر طی سال‌های ۹۳-۸۴ محاسبه شد. نتیجه‌گیری: آلودگی هوا باعث مرگ و بیماری تعداد زیادی از مردم گردید. بدین ترتیب بایستی اقداماتی از قبیل، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی جهت کاهش و مدیریت آلودگی هوا صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، میزان مرگ و میر، انفارکتوس قلبی، بیماری انسداد مزمن ریوی، دی اکسید گوگرد،

ایران

### مقدمه

امروزه آلودگی هوا و پیامدهای بهداشتی ناشی از مواجهه با آلاینده‌های گازی، به عنوان یکی از مشکلات بهداشتی عمده تلقی می‌گردد که مطالعات متعدد حاکی از اثرات بهداشتی فراوانی از جمله مرگ و میر و بیماری‌های مختلف به

ویژه بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی می‌باشد [۱-۷].

بیماری‌های قلبی عروقی یکی از عوامل اصلی مرگ و میر در جهان می‌باشد [۸]. کشورهای با درآمد کم و متوسط سالیانه هزینه زیادی را به علت بیماری‌های غیرواگیر به ویژه بیماری‌های قلبی عروقی متحمل می‌شوند [۹]. بر اساس

طی یک روند ده ساله با استفاده از مدل و نرم افزار AirQ مورد بررسی قرار می گیرد.

### مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی - مقطعی بوده و از مدل نرم افزاری AirQ 2.2.3 جهت ارزیابی اثرات سوء آلاینده دی اکسید گوگرد بر روی سلامتی شهروندان شهر تهران استفاده شد. به منظور ارزیابی اثرات آلاینده های مختلف هوا بر روی سلامتی انسان، مدل های مختلفی وجود دارند که اکثراً از نوع آماری - اپیدمیولوژیکی می باشند و داده های کیفیت هوا را در فواصل غلظت با پارامترهای اپیدمیولوژیکی مانند خطر نسبی، بروز پایه و جزء منتسب تلفیق نموده و حاصل کار را به صورت مرگ و میر نمایش می دهند [۲۳]. یکی از این مدل ها، نرم افزار AirQ 2.2.3 می باشد که در آن اطلاعات مربوط به ارتباط تماس - پاسخ داده های مواجهه جمعیت ترکیب شده و حد اثرات بهداشتی مورد انتظار برآورد می گردد. این نرم افزار یک نرم افزار تخصصی است که کاربر را قادر می سازد تا اثرات بالقوه ناشی از تماس یک آلاینده خاص بر انسان را در یک ناحیه شهری و دوره زمانی خاص ارزیابی نماید. نرم افزار AirQ از دو بخش مجزا تشکیل شده است که در بخش اول تعداد موارد بیماری و فوت منتسب به آلودگی هوا (بر مبنای برآوردهای خطرات از مطالعات Time Series) برآورد شده و مرحله دوم مربوط به برآورد اثرات تماس طولانی مدت با استفاده از روش جداول عمر (بر مبنای برآورد خطرات از مطالعات Cohort) می باشد [۲۴]. در ابتدا اطلاعات مربوط به آلاینده از سازمان های حفاظت محیط زیست و شرکت کنترل کیفیت هوا شهر تهران اخذ گردید که این اطلاعات در قالب فایل Microsoft Excel و به صورت داده های ساعتی بودند. به منظور انجام آنالیزهای آماری و استفاده از داده های خام، بایستی اعتبار این داده ها مورد بررسی قرار می گرفت که بدین منظور از معیارهای ذکر شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) استفاده گردید. برخی از این معیارها عبارتند از نسبت بین تعداد داده های معتبر برای دو فصل (فصل گرم و

گزارش سال ۲۰۱۲ سازمان جهانی بهداشت سالانه حدود ۳/۷ میلیون نفر در جهان در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می دهند [۱۰]. امروزه بسیاری از شهرهای مهم ایران با مشکل وضعیت نامطلوب کیفیت هوا مواجه هستند در بسیاری از کلان شهرهای کشور به خصوص شهر تهران کیفیت هوا در وضعیت مناسبی قرار ندارد [۱۱-۱۴]. اکسید گوگرد یکی از آلاینده های معیار پایش آلودگی هواست که عمدتاً از مصرف سوخت های فسیلی، نیروگاه ها و ترافیک شهری وارد جو می گردد و جزء آلاینده های مسئول در بسیاری از شهرهای بزرگ است [۱۵]. این آلاینده در ترکیب با مواد معلق و رطوبت اثرات سینرژیستی دارد و زیان بارترین اثرات بهداشتی مرتبط با آلودگی هوا را ایجاد می نماید، که از جمله می توان به حوادث ناگواری چون حادثه دره میوز بلژیک، دونورا و لندن اشاره نمود [۱۶]. آژانس بین المللی در سال ۱۹۹۲ در تحقیقی در رابطه با سرطان دی اکسید گوگرد را جزء مواد کارسینوژن دسته بندی نمود [۱۷]. مطالعاتی که در دانشگاه اریزونا بر روی خون صورت پذیرفت نشان داد میزان DNA به وسیله SO<sub>2</sub> کاهش می یابد و در کروموزوم ها تغییراتی ایجاد می شود، همین طور لنفوسیت ها در اثر مواجهه با این آلاینده از بین رفته و مقاومت بدن در برابر بیماری های عفونی کاهش می یابد [۱۸]. دهقانی (۱۳۸۷) در مطالعه ای با بررسی عناصر اقلیمی و آلاینده های هوای شیراز با مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی و تنفسی، نشان داد میان مرگ و میر ناشی از آلاینده SO<sub>2</sub>، دمای هوا و فشار هوا ارتباط معنی داری وجود دارد [۱۹]. در مطالعه ای که توسط Wu et al در سال ۲۰۱۵ صورت گرفت ارتباط بین مواجهه با دی اکسید گوگرد و بیماری دستگاه تنفسی فوقانی نشان داده شد [۲۰] شهر تهران از کلان شهرهای بزرگ ایران می باشد که میزان آلودگی در این شهر روز به روز افزایش یافته و شدیدتر می شود [۲۱، ۲۲]. با توجه به این که میزان اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی هوا به این آلاینده به صورت علمی بررسی نشده است، در این تحقیق اثرات آلاینده SO<sub>2</sub> بر روی سلامتی شهروندان کلان شهر تهران

سرد) نباید بیش از ۲ باشد، جهت دستیابی به مقادیر متوسط یک ساعته از داده‌های با زمان متوسط کوتاه‌تر می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های معتبر وجود داشته باشند، جهت دستیابی به مقادیر متوسط متحرک (Moving Average) هشت ساعته از داده‌های یک ساعته می‌بایست حداقل ۷۵٪ داده‌های یک ساعته (حداقل ۱۸ ساعت) وجود داشته و دارای اعتبار باشند و غیره [۲۵]. بعد از کنار گذاشتن داده‌های غیرمعتبر، داده‌های معتبر بایستی وارد نرم‌افزار شوند. اما بایستی توجه نمود که این داده‌ها بر حسب واحد حجمی - حجمی (ppm) می‌باشند و از آن‌جا که در نرم‌افزار AirQ تعیین اثرات سوء سلامتی در ارتباط با جرم آلاینده استنشاقی می‌باشد، داده‌های مربوط با در نظر گرفتن شرایط دمایی، فشار و با کمک نرم‌افزار Microsoft Excel تبدیل واحد شده و بر حسب واحد حجمی - وزنی ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) نوشته شدند. پس از تبدیل واحد، با استفاده از نرم‌افزار اکسل مراحل پردازش اولیه (شامل حذف، شیت‌بندی آلاینده و یکسان‌سازی زمانی برای برآورد متوسط) و پردازش ثانویه (شامل نوشتن کد، محاسبه میانگین و اصلاح شرط) صورت گرفته و در نهایت شاخص‌های آماری مورد نیاز شامل میانگین سالیانه، میانگین فصل گرم، میانگین فصل سرد، صدک ۹۸، ماکزیمم سالیانه، ماکزیمم فصل گرم و فصل سرد در هر یک از سال‌های مورد مطالعه، محاسبه گردید.

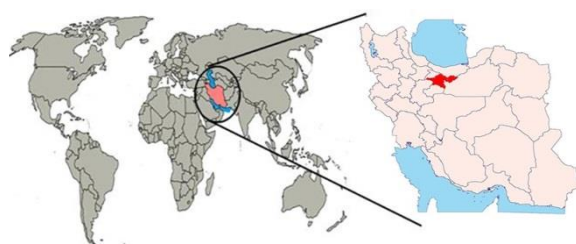
جهت تعیین جمعیت در معرض در هر سال نیز که به منظور تخمین اثرات بهداشتی آلاینده مورد نیاز می‌باشند اطلاعات مربوط به جمعیت از مرکز آمار ایران اخذ گردید. در نهایت با وارد کردن داده‌های پردازش‌شده در نرم‌افزار Air Q نتایج به صورت جزء منتسب، تعداد موارد مرگ و میر، مرگ در اثر بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی ناشی از تماس با آلاینده  $\text{O}_3$  به دو صورت جدول و نمودار ارائه گردید. جهت محاسبه اثرات و پیامدهای بهداشتی در برنامه Air Q می‌توان از دو روش عمل نمود: ۱- استفاده از مقادیر پیش‌فرض WHO برای بروز پایه و خطر نسبی (با فواصل اطمینان ۹۵٪) این مقادیر با اجرای برنامه به طور خودکار نمایش داده می‌شوند. ۲- جایگزینی مقادیر پیش‌فرض با برآوردهای شخصی از بروز پایه و خطر نسبی (فواصل اطمینان ۹۵٪) با استفاده از مطالعات همه‌گیرشناسی منطقه‌ای و کشوری [۲۶]. به علت تفاوت زیادی که در هرم سنی ایران و اروپا وجود دارد نمی‌توان از داده‌های پیش‌فرض خود نرم‌افزار استفاده کرد چراکه مختص جامعه اروپایی است. بدین منظور با استفاده از بررسی متون‌های صورت گرفته ریسک‌های نسبی محاسبه شده برای کشور ایران و شهر تهران مطابق جدول ۱ در این مطالعه استفاده گردید [۲۸، ۲۷]. موقعیت شهر تهران در شکل ۱ نمایش شده است.

جدول ۱. مقادیر ریسک‌های نسبی و بروز پایه استفاده شده در نرم‌افزار Air Q برای آلاینده  $\text{SO}_2$  (۲۲ و ۲۳)

پیامد بهداشتی	بروز پایه (BI)	RR (95% CI) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{SO}_2$
↔ مرگ ناشی از بیماری قلبی عروقی	۲۳۱	۱/۰۰۸ (۱/۰۰۲-۱/۰۱۲)
↔ کل موارد مرگ	۵۴۳/۵	۱/۰۰۴ (۱/۰۰۳-۱/۰۰۴۸)
↔ مرگ ناشی از بیماری تنفسی	۴۸/۴	۱/۰۱ (۱/۰۰۶-۱/۰۱۴)
↔ بستری ناشی از COPD	۱۰۱/۴	۱/۰۰۴۴ (۱-۱/۰۱۱)
↔ بستری ناشی از انفارکتوس میو کاردیال حاد	۱۳۲	۱/۰۰۶۴ (۱/۰۰۲۶-۱/۰۱۰۱)

## نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه شامل پارامترهای آماری غلظت گوگرد دی اکسید در کلان‌شهر تهران در طی سال‌های ۹۳-۸۴ و نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزار به صورت جداول و نمودارها در این بخش گردید. در ابتدا پس از اعتبارسنجی



شکل ۱. موقعیت شهر تهران در نقشه ایران

AirQ، تعداد موارد اضافی و جزء متناسب به  $SO_2$  برای کل مرگ، مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و بستری در بیمارستان به علت انسداد مزمن ریوی و سکته قلبی، برآورد شده و با در نظر گرفتن خطر نسبی حد وسط در جدول ۳ نمایش داده شده‌اند. مدل AirQ برای تمامی اثرات بهداشتی مورد نظر، نموداری را در مقابل اصل غلظت آلاینده رسم می‌کند که بیانگر تاثیرات بهداشتی آلاینده در تماس با غلظت‌های مختلف آلاینده می‌باشد. با توجه به بالا بودن تعداد نمودارها، تنها به آوردن نمودارهای سال ۹۳ (شکل ۲) بسنده گردید. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، در هر نمودار سه منحنی وجود دارد که این منحنی‌ها بر اساس خطرهای نسبی (حد بالا، حد وسط و حد پائین) رسم گردید.

داده‌های دریافتی از شرکت کنترل کیفیت هوا و سازمان محیط زیست، مطابق معیارهای WHO، تعداد ایستگاه‌های دارای داده‌های معتبر برای آنالیز در شهر تهران مربوط به  $SO_2$  در سال‌های ۸۹-۸۴ از کل ۱۱ ایستگاه مستقر در سال ۸۴، ۱۴ ایستگاه مستقر در سال ۸۵، ۱۴ ایستگاه مستقر در سال ۸۶، ۱۵ ایستگاه مستقر در سال ۸۷، ۱۸ ایستگاه مستقر در سال ۸۸، ۳۷ ایستگاه مستقر در سال ۸۹، ۳۶ ایستگاه مستقر در سال ۹۰، ۴۲ ایستگاه مستقر در سال ۹۱، ۳۵ ایستگاه مستقر در سال ۹۲ و ۳۳ ایستگاه مستقر در سال ۹۳ به ترتیب به ترتیب ۶، ۶، ۸، ۷، ۱۱، ۱۳، ۸، ۱۹، ۶ و ۷ ایستگاه معتبر شناخته شد. پس از پردازش اولیه و ثانویه داده‌های خام، شاخص‌های مورد نیاز برای مدل محاسبه و تعیین شد که در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار

جدول ۲: شاخص‌های مورد نیاز برای بررسی اثرات  $SO_2$  و نسبت متوسط غلظت سالیانه بر حسب ( $\mu g/m^3$ )

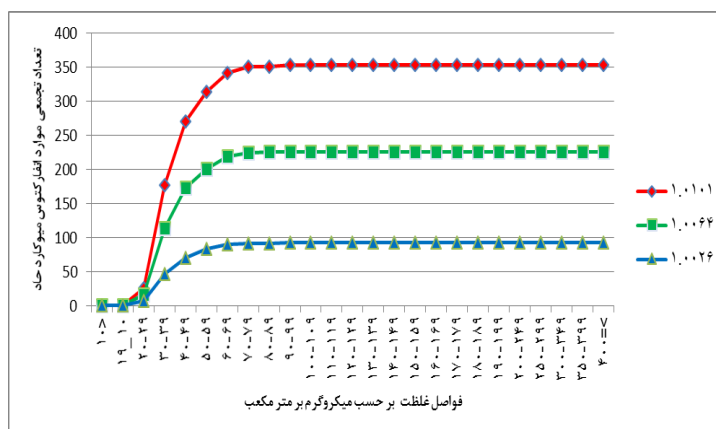
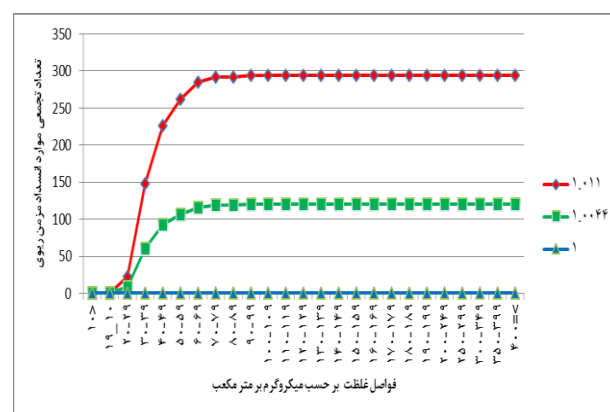
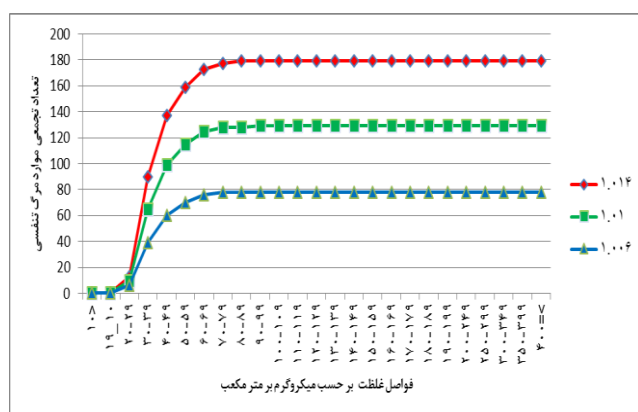
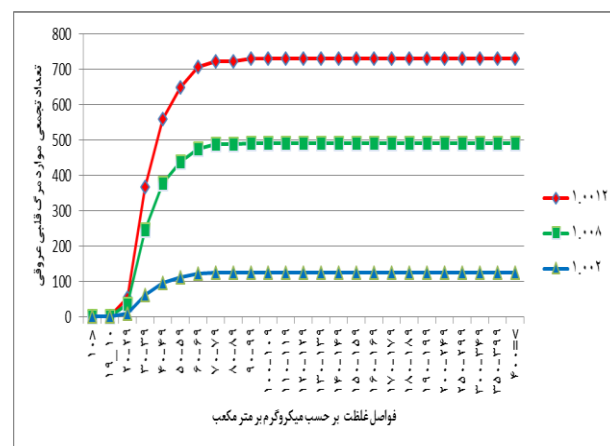
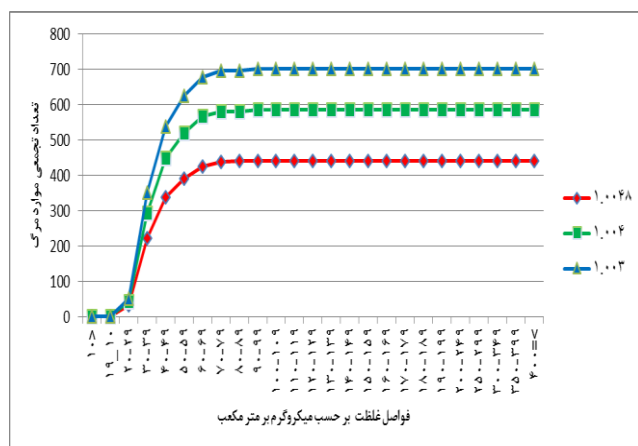
پارامتر	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳
متوسط سالیانه	۴۴	۸۶	۸۹	۱۱۲	۸۲	۸۱	۵۹	۵۱	۴۰	۳۹
متوسط فصل سرد	۴۹	۱۱۴	۱۳۱	۱۰۲	۱۰۱	۸۵	۶۷	۵۴	۴۳	۴۳
متوسط فصل گرم	۳۹	۵۹	۴۹	۱۲۲	۶۴	۷۸	۵۱	۴۸	۳۷	۳۵
صدک ۹۸ سالیانه	۱۰۱	۲۱۳	۲۰۸	۲۰۷	۱۴۶	۱۶۵	۹۵	۷۵	۶۸	۶۸
حداکثر سالیانه	۱۲۳	۳۳۰	۲۵۸	۳۱۲	۱۸۱	۲۱۹	۱۱۰	۹۰	۸۱	۹۴
حداکثر فصل سرد	۱۲۳	۳۳۰	۲۵۸	۳۱۲	۱۸۱	۲۱۹	۱۱۰	۹۰	۸۱	۹۴
حداکثر فصل گرم	۵۹	۱۱۸	۸۵	۲۰۶	۱۰۳	۱۲۱	۸۴	۶۷	۵۴	۵۳

نسبت متوسط غلظت سالیانه  $SO_2$  به مقادیر استاندارد

استاندارد A ( $\mu g/m^3$ ) = ۲۰	۲/۲۲	۴/۳۲	۴/۴۹	۵/۶۳	۴/۱۳	۴/۰۷	۲/۹۸	۲/۵۸	۲/۰۲	۱/۹۶
استاندارد B ( $\mu g/m^3$ ) = ۷۸	۰/۵۶	۱/۱	۱/۱۵	۱/۴۴	۱/۰۶	۱/۰۴	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۵۱	۰/۵
A : استاندارد ایران (مصوب ۱۳۸۸) B : استاندارد ملی کیفیت هوای آزاد EPA										

جدول ۳- مقادیر برآورد شده برای تعداد موارد اضافی و جزء متناسب آلاینده  $SO_2$  برای کل پیامدهای خروجی

پیامد بهداشتی	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳
تعداد موارد کل مرگ	۵۹۲	۱۲۴۶	۱۴۳۶	۵۷۴	۱۳۵۱	۶۹۸	۹۴۲	۸۱۰	۶۰۲	۵۸۵
	۱/۳۴	۲/۷۵	۳/۱۳	۱/۲۳	۲/۸۵	۱/۴۵	۱/۹۴	۱/۶۴	۱/۲	۱/۱۵
تعداد موارد مرگ به علت بیماری قلبی عروقی	۴۹۷	۱۰۱۳	۱۱۸۴	۴۸۲	۱۱۱۷	۵۸۴	۷۸۵	۶۷۷	۵۰۵	۴۹۱
	۲/۶۵	۵/۳۷	۶/۰۷	۲/۴۳	۵/۵۵	۲/۸۷	۳/۸۱	۳/۲۳	۲/۳۸	۲/۲۸
تعداد موارد مرگ به علت بیماری تنفسی	۱۳۰	۲۶۸	۳۰۸	۱۲۶	۲۸۷	۱۵۳	۲۰۵	۱۷۷	۱۳۲	۱۲۹
	۳/۲۹	۶/۶۲	۷/۴۸	۳/۰۳	۶/۷۷	۳/۵۷	۴/۷۱	۴/۰۱	۲/۹۶	۲/۸۳
بستری شدن ناشی از بیماری	۱۲۱	۲۵۵	۲۹۳	۱۱۷	۲۷۶	۱۴۳	۱۹۳	۱۶۶	۱۲۳	۱۱۹
	۱/۴۷	۳/۰۲	۳/۴۶	۱/۳۵	۳/۱۳	۱/۶	۲/۱۳	۱/۸	۱/۳۲	۱/۲۶
انسداد مزمن ریوی	۱۲۱	۲۵۵	۲۹۳	۱۱۷	۲۷۶	۱۴۳	۱۹۳	۱۶۶	۱۲۳	۱۱۹
	۲/۱۳	۴/۳۴	۴/۹۲	۱/۹۶	۴/۴۹	۲/۳۱	۳/۰۷	۲/۶	۱/۹۱	۱/۸۳
انفارکتوس میوکارد حاد										



شکل ۲. رابطه تعداد تجمعی موارد مرگ و بستری شدن ناشی از مواجهه با گوگرد دی اکسید در برابر فواصل غلظت در سال ۹۳

است که ۴/۴۹ و ۵/۶۳ برابر استاندارد هوای پاک ایران می‌باشد. این متوسط در شهر تهران در همه سال‌ها از حد مجاز فراتر بوده و چندین برابر مقادیر استاندارد و رهنمودی می‌باشد. مقایسه متوسط غلظت ۲۴ ساعته دی اکسید گوگرد در سال‌های مورد مطالعه با مقادیر رهنمودی WHO ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) نشان می‌دهد، در تمامی روزهای سال متوسط غلظت روزانه دی اکسید گوگرد از حد مجاز فراتر رفته است. طی سال‌های ۹۳-۸۴ طبق رهنمود WHO متوسط غلظت روزانه  $\text{SO}_2$  در تمامی روزهای سال از مقدار استاندارد فراتر

## بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر غلظت دی اکسید گوگرد در شهر تهران طی یک روند ده ساله آنالیز و با استانداردها مقایسه شد و در نهایت اثرات بهداشتی منتسب به این آلاینده کمی‌سازی و برآورد گردید. استاندارد هوای پاک ایران در خصوص متوسط غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد متوسط غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد در سال ۸۶ و ۸۷ بیش‌ترین مقدار و به ترتیب  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  و  $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بوده

رفته است که دلیل آن رهنمود بسیار سخت گیرانه WHO می باشد. طبق استاندارد ایران ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) طی سال های ۸۴-۹۰ تعداد دفعاتی که غلظت روزانه  $\text{SO}_2$  در شهر تهران از استاندارد ایران رهنمود WHO فراتر رفته است به ترتیب ۴، ۸۲، ۱۳۷، ۲۵۰، ۹۴، ۶۷ و ۶ می باشد. در سال های از سال ۹۱-۹۳ هیچ کدام از روزهای سال غلظت روزانه  $\text{SO}_2$  در شهر تهران از حد استاندارد فراتر نرفته است. علت پایین بودن نسبی مرگ منتسب به  $\text{SO}_2$  از رده خارج کردن اتوبوس های دیزلی فرسوده و ممنوعیت تردد خودروهای سنگین از جمله کامیون ها در سطح شهر در طول روز می باشد. زیرا منبع اصلی دی اکسید گوگرد موتور خودروهای دیزلی می باشد. در اکثر روزهای سال در شهر تهران توزیع غلظت  $\text{SO}_2$  و بیش ترین درصد مواجهه افراد با این آلاینده در این سال ها، در محدوده  $40-49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  است و  $30-39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  و با توجه به نتایج خروجی نرم افزار مشخص می گردد که بیش ترین تعداد موارد مرگ و بستری شدن ناشی از بیماری اسناد مزمن ریوی و موارد سکته قلبی نیز در همین رده از غلظت رخ داده است. با توجه به جدول ۱ و با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی  $\text{BI}=543/5$  (RR=1/0.04) برای کل مرگ با میزان بروز پایه  $\text{BI}=543/5$  در هر ۱۰۰ هزار نفر ۰/۴٪ افزایش خواهد یافت همچنین با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی  $\text{RR}=1/0.08$  و میزان بروز پایه  $\text{BI}=231$  در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ های قلبی عروقی منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$  به ازای افزایش  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  غلظت  $\text{SO}_2$ ، ۰/۸٪، با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی  $\text{RR}=1/0.11$  و میزان بروز پایه  $\text{BI}=48/4$  در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ های تنفسی منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$  به ازای افزایش  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  غلظت  $\text{SO}_2$ ، ۰/۰۱٪ افزایش خواهد یافت. همان طور که در جدول ۳ نشان می دهد تجمعی تعداد موارد کل مرگ منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$  در شهر تهران، طی سال های ۸۴-۹۳ را نشان می دهد که این نتایج به دست آمده حاکی از آن است که این آلاینده هوا در بیش ترین مورد در سال ۸۶ حدود ۳/۱۳٪ و بیش ترین میزان مرگ و سال ۹۲ با ۱/۲٪ موارد مرگ کم ترین میزان مرگ نسبت به  $\text{SO}_2$  را در ده

سال اخیر به خود اختصاص داده اند. میزان کل مرگ و میر منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$ ، در مجموع دهه گذشته ۸۸۳۶ مورد را به خود اختصاص داده است. میزان کل مرگ و میر ناشی از بیماری های قلبی-عروقی منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$ ، در مجموع دهه گذشته ۷۳۳۵ مورد را به خود اختصاص داده است. همچنین میزان کل مرگ و میر ناشی از بیماری های تنفسی منتسب به  $\text{SO}_2$ ، در مجموع دهه گذشته ۱۹۱۵ مورد را به خود اختصاص داده است. در مطالعه انجام شده توسط Jeong سال ۲۰۱۳ در کره شاخص خطر نسبی ۱/۰۰۴ برای کل مرگ با میزان بروز پایه ۳۸۰/۵ در هر ۱۰۰ هزار نفر ۰/۳٪ افزایش خواهد یافت. همچنین با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی ۱/۰۰۸ و میزان بروز پایه ۸۴/۵ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ های قلبی عروقی منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$  به ازای افزایش  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  غلظت  $\text{SO}_2$ ، ۰/۵٪، با در نظر گرفتن شاخص خطر نسبی ۱/۰۱ و میزان بروز پایه ۲۸/۸ در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت خطر مرگ های تنفسی منتسب به آلاینده  $\text{SO}_2$  به ازای افزایش  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  غلظت  $\text{SO}_2$ ، ۰/۵٪ افزایش خواهد یافت [۲۹]. مطالعه انجام شده توسط Katsouyanni et al در ۱۲ شهر اروپایی نشان داد افزایش  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  دی اکسید گوگرد باعث افزایش ۳ درصدی در مرگ و میر روزانه می گردد [۳۰].

در مطالعه حاضر در سال ۹۲ نشان داد تعداد موارد کل مرگ منتسب به  $\text{SO}_2$ ، ۶۰۲ مورد با جز منتسب ۱/۲ می باشد و تعداد موارد مرگ قلبی عروقی منتسب به  $\text{SO}_2$ ، ۵۰۵/۶ مورد با جز منتسب ۲/۳۸ می باشد و تعداد موارد مرگ تنفسی منتسب به  $\text{SO}_2$ ، ۱۳۲/۷ مورد با جز منتسب ۲/۹۶ می باشد که در مقایسه با مطالعه ندافی و همکاران در سال ۹۲ تعداد موارد کل مرگ منتسب به  $\text{SO}_2$ ، ۶۷۵ مورد با جز منتسب ۱/۳۵ و تعداد موارد مرگ قلبی عروقی ۵۶۷ مورد با جز منتسب ۲/۶۷ و تعداد موارد مرگ تنفسی ۱۴۷ با جز منتسب ۳/۳۱ بوده که مشخص شد نتایج مطالعات با یک دیگر مطابقت دارند [۳۱]. در مطالعه دیگری که توسط Lipmann et al در شهر دیتوریت آمریکا انجام شد ارتباط بین سطح دی اکسید

تهران طی دهه گذشته می‌باشد. غلظت بالای گوگرد دی اکسید باعث افزایش مرگ و میر و ایجاد بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی در میان مردم شهر تهران طی دهه اخیر گردیده است. کمی‌سازی اثرات منتسب به آلودگی هوا میزان تأثیرپذیری افراد جامعه را از آلاینده‌های هوا، به‌طور مشخص تبیین می‌نماید و شرایط بحرانی کیفیت هوا را نشان می‌دهد. مدل AirQ یکی از معتبرترین مدل‌های پیشنهادی توسط WHO می‌باشد که می‌توان از آن جهت ارزیابی اثرات بهداشتی منتسب به آلاینده‌های هوا استفاده کرد و با دستیابی به نتایج حاصل از این مدل راهکارهای مدیریتی مناسبی را برای مناطق مختلف با توجه به منابع آلودگی و اجزای آن در نظر گرفت. از کاستی‌های مطالعه و مدل مورد استفاده می‌توان به عدم برآورد اثرات سینرژیستی آلاینده‌ها و عدم وجود تعداد ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوا در برخی نقاط شهر اشاره نمود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوای کلان شهر تهران بر تعداد موارد مرگ و میر و بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و تحلیل شاخص‌های کیفیت هوا طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۳، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۳، به کد ۲۵۴۵۵ می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری مسئولین محترم شرکت کنترل کیفیت شهر تهران و اداره کل محیط زیست استان تهران در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

### منابع

[1] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R, Sadat Sakhaei F. Effect of air pollution on the emergency admissions of cardiovascular and respiratory patients, using the air quality model: a study in Tehran, 2005-2014. Health Emerg Dis Quart 2016; 1: 137-146. (Persian).

[2] Raa'ee Shakteaie H, Motesaddi Zarandi S, Zazouli MA, Yazdani Cherattee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Study

گوگرد و اثرات بهداشتی بر سلامت انسان نشان داده شد [۳۲]. در مطالعه انجام شده توسط Labelle et al در کانادا در سال ۲۰۱۵ ارتباط میان سطوح روزانه دی اکسید گوگرد و پذیرش‌های بیمارستانی نشان داده شد [۳۳]. جنیدی و همکاران با کمی‌سازی بیماری و مرگ‌های قلبی و عروقی منتسب به آلاینده  $SO_2$  هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۰ تعداد جمعی موارد مرگ را ۱۰۸ نفر و تعداد موارد مرگ قلبی و عروقی منتسب به  $SO_2$  را ۱۰۵ نفر برآورد کرده‌اند [۳۴]. ازدرپور و همکاران با بررسی تأثیر آلودگی بر بیماری‌های قلبی، تنفسی، فوت و تصادفات در شهرستان شیراز در سال ۹۰ نشان دادند که بین بیماری‌های قلبی و  $SO_2$  رابطه معنی‌داری وجود دارد [۳۵]. در مطالعه‌ای که توسط Wu et al در سال ۲۰۱۵ صورت گرفت ارتباط بین مواجهه با دی اکسید گوگرد و بیماری دستگاه تنفسی فوقانی نشان داده شد [۳۶].

مطالعه انجام شده توسط Sunyer et al بر روی ارتباط سطح غلظت روزانه دی اکسید گوگرد با پذیرش بیمارستانی بیماران قلبی عروقی در نشان داد میزان ۰/۷٪ افزایش در بیماران قلبی عروقی با افزایش هر  $10 \mu g/m^3$  گوگرد دی اکسید در افراد زیر ۶۵ سال و ۱/۳٪ در افراد بالای ۶۵ سال اتفاق می‌افتد [۳۷].

تحقیق انجام شده توسط et al HATZAKIS در رابطه با ارتباط اثرات آلودگی هوا با میزان مرگ در شهر آتن کشور یونان نشان داد میان غلظت روزانه دی اکسید گوگرد و وقوع مرگ و بیماری ارتباط مستقیم وجود دارد [۳۸].

مطالعه انجام شده توسط DERRJENNIC بر روی بررسی اثرات کوتاه مدت آلودگی هوا با دی اکسید گوگرد و مرگ و میر در فرانسه نشان داد ارتباط مستقیم و معناداری میان غلظت روزانه دی اکسید گوگرد و مرگ‌های ناشی از بیماری تنفسی وجود دارد [۳۹].

نتایج مطالعه حاضر به روشنی نشان‌دهنده وضعیت آلودگی هوا در شهر تهران بود. ارزیابی اثرات و پیامدهای آلاینده‌های موجود در هوا به‌ویژه آلاینده‌های گازی از جمله دی اکسید گوگرد بر سلامت انسان نشان از شرایط بهداشتی نامناسب شهر



- [17] Moridi S, Kazemnejad A, Effati M. Relationship between concentration of inhaled pollutants, sulfur dioxide and nitrogen dioxide and spontaneous abortion. *Razi Med Sci* 2012; 19: 1-10. (Persian).
- [18] Gilbert R. Statistical methods for environmental pollution monitoring. New York: Van Nostrand Reinhold; 1987.
- [19] Dehghani M, Anushiravani A, Hashemi H, Shamsedini N. Survey on Air pollution and cardiopulmonary mortality in Shiraz from 2011 to 2012: an analytical-descriptive study. *Int J Prev Med* 2014; 5: 734-740. (Persian).
- [20] Wu Y, Zhao F, Qian X, Xu G, He T, Shen Y, Cai Y. [Relationship between sulfur dioxide pollution and upper respiratory outpatients in Jiangbei, Ningbo]. *Wei Sheng Yan Jiu* 2015; 44: 565-569.
- [21] Kermani M, Dowlati M, Fallah Jokandan S, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Evaluation of cardiovascular and respiratory mortality attributed to atmospheric SO<sub>2</sub> and CO using AirQ model. *Environ Health Eng Manag J* 2017; 4: 101-108. (Persian).
- [22] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R. Health impact caused by exposure to particulate matter in the air of Tehran in the past decade. *Tehran Univ Med J* 2017; 74: 885-892. (Persian).
- [23] Nunnari G, Dorling S, Schlink U, Cawley G, Foxall R, Chatterton T. Modelling SO<sub>2</sub> concentration at a point with statistical approaches. *Environ Modell Software* 2004; 19: 887-905.
- [24] WHO. Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution. Report of a WHO Working Group, Bilthoven. Netherlands: European Centre for Environment and Health November 2000 Contract No.: EUR/01/5026342.
- [25] Gharehchahi E, Mahvi AH, Amini H, Nabizadeh R, Akhlaghi AA, Shamsipour M, Yunesian M. Health impact assessment of air pollution in Shiraz, Iran: a two-part study. *J Environ Health Sci Eng* 2013; 11: 11.
- [26] Fattore E, Paiano V, Borgini A, Tittarelli A, Bertoldi M, Crosignani P, Fanelli R. Human health risk in relation to air quality in two municipalities in an industrialized area of Northern Italy. *Environ Res* 2011; 111: 1321-1327.
- [27] Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Taghipour H, Rastkari N, et al. Exposure and health impacts of outdoor particulate matter in two urban and industrialized area of Tabriz, Iran. *J Environ Health Sci Eng* 2014; 12: 27.
- [28] Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, Gholampour A. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iranian J Environ Health Sci Eng* 2012; 9: 1-7.
- [29] Jeong SJ. The Impact of Air Pollution on Human Health in Suwon City. *J Air Waste Manag Assoc* 2013; 7: 227-233.
- [30] Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *BMJ* 1997; 314: 1658-1663.
- [31] Goudarzi G NK, Mesdaghinia A. Quantification of health effects of air pollution in Tehran and determining the impact of a comprehensive program to reduce air pollution in Tehran on the third axis. Tehran, Iran 2007. (Persian).
- [32] Lippmann M, Arthur N, Burnett R. Association of Particulate Matter Components with Daily Mortality and Concentration of particulate matter with aerodynamic diameter less than 10 micron (PM<sub>10</sub>) in the metro underground transport system of Tehran. *J Mazandaran UMS*. 2017; 27: 166-79.
- [3] Kermani M, Aghaei M, Gholami M, Bahrami asl F, Karimzade SA, Falah S, Dolati M. Estimation of mortality attributed to PM<sub>2.5</sub> and CO exposure in eight industrialized cities of Iran during 2011. *Iran Occup Health J* 2016; 13: 49-61. (Persian).
- [4] Kermani M, Dowlati M, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R. Estimation of mortality, acute myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease due to exposure to O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, and SO<sub>2</sub> in ambient air in Tehran. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2016; 26: 96-107. (Persian).
- [5] Fallah jokandan S, Kermani M, Aghaei M, Dolati M. Estimation the number of mortality due to cardiovascular and respiratory disease, Attributed to pollutants O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub> in the Air of Tehran. *J Health Res Commun* 2016; 1: 1-11. (Persian).
- [6] Kermani M, Jonidi Jafari A, Roshanak Rezaei R, Sakhaei F, Kahe T, Dowlati M. Evaluation of chronic obstructive pulmonary disease attributed to atmospheric O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> in Tehran city, from 2005 to 2014. *Iran J Health Safety Environ* 2017; 4: 758-766. (Persian).
- [7] Motesaddi Zarandi S, Raei Shakteaie H, Yazdani Cheratee J, Hosseinzade F, Dowlati M. Evaluation of PM<sub>2.5</sub> concentration and determinant parameters on its distribution in Tehran's metro system in 2012. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2013; 22: 36-46. (Persian).
- [8] Bagheri M, Talepasand S, Rahimian Booger I. Comparison of psychological risk factors among patients with and without myocardial infarction relapses. *Koomesh* 2014; 15: 154-161. (Persian).
- [9] Hazavehei MM, Dashti S, Moeini B, Faradmal J, Shahrabadi R, Yazdi Ah. Factors related to self-care behaviors in hypertensive individuals based on Health Belief Model. *Koomesh* 2015; 17: 37-44. (Persian).
- [10] WHO. World health organization. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012. Geneva: World health statistics Geneva, Switzerland. <http://www.who.int/2012>.
- [11] Kermani m, Dowlati M, Jonidi Jaffari A, Rezaei Kalantari R. Comparative investigation of air quality health in Tehran metropolis based on air quality index over a period of five years (2011-2015). *J Health Res Commun* 2016; 2: 28-36. (Persian).
- [12] Kermani M, Fallah jokandan s, Aghaei M, Dowlati M. Estimation of cardiovascular death, myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributed to PM and SO<sub>2</sub> in the air of Tehran metropolis. *J Res Environ Health* 2016; 2: 116-126. (Persian).
- [13] Kermani M, Aghaei M, Bahramiasl F, Gholami M, Fallah Jokandan S, Dolati M, Karimzadeh S. Estimation of cardiovascular death, myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributed to SO<sub>2</sub> exposure in six industrialized metropolises of Iran. *Razi J Med Sci* 2016; 23: 12-21. (Persian).
- [14] Kermani M, Fallah Jokandan S, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S, Dowlati M. Estimation of the number of excess hospitalizations attributed to sulfur dioxide in Six major cities of Iran. *Health Scope* 2016; 5: e38736. (Persian).
- [15] Ghiyathaddin M. Air pollution and its effects. *Tehran Univ Med Sci*. (Persian).
- [16] Cassee FR, Campbell A, Boere AJF, McLean SG, Duffin R, Krystek P, et al. The biological effects of subacute inhalation of diesel exhaust following addition of cerium oxide nanoparticles in atherosclerosis-prone mice(). *Environ Res* 2013; 115: 1-10.

[36] Wu Y, Zhao F, Qian X, Xu G, He T, Shen Y, Cai Y. [Relationship between sulfur dioxide pollution and upper respiratory outpatients in Jiangbei, Ningbo]. Wei Sheng Yan Jiu 2015; 44: 565-569.

[37] Sunyer J, Ballester F, Tertre AL, Atkinson R, Ayres JG, Forastiere F, et al. The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The Aphea-II study). Eur Heart J 2003; 24: 752-760.

[38] Hatzakis A, Katsouyanni K, Kalandidi A, Day N, Trichopoulos D. Short-term effects of air pollution on mortality in athens. Int J Epidemiol 1986; 15: 73-81.

[39] Derriennic F, Richardson S, Mollie A, Lellouch J. Short-term effects of sulphur dioxide pollution on mortality in Two French cities. Int J Epidemiol 1989; 18: 186-197.

Morbidity in Urban Populations. Boston: Health Effects Institute;2000.

[33] Labelle R, Brand A, Buteau S, Smargiassi A. Hospitalizations for Respiratory Problems and Exposure to Industrial Emissions in Children. Environment and Pollution .2015; 4: 77-85..

[34] Joneidi Jafari A, Atabi F, Talebipour P, Malak Afzali S. Quantification of cardiovascular and respiratory diseases and deaths attributed to urban air pollutants SO2 Tabriz by AIR Q model in 2012. Sec Nat Confer Air Poll Noise Sharif Univ 2013. (Persian).

[35] Azhdarpour A, Soleimani A, Khademi S, Z. S. The impact of air pollution on cardiovascular diseases, respiratory, death and accidents in the city of Shiraz during 2012-2013. Nat Confer Environ Health Tabriz Univ 2013. (Persian).

# Number of mortality, chronic obstructive pulmonary disease and acute myocardial infarction due to exposure to sulfur dioxide in Tehran, during 2005-2014

Majid Kermani (Ph.D)<sup>1,2</sup>, Mohsen Dowlati (M.Sc)<sup>\*1</sup>, Ahmad Jonidi Jafari (Ph.D)<sup>1,2</sup>, Roshanak Rezaei Kalantari (Ph.D)<sup>1,2</sup>

1. *Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

2. *Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

(Received: 1 Jan 2017; Accepted: 7 Aug 2017)

**Introduction:** Air pollution has adverse effects on human health and causes various health endpoints including mortality, cardiovascular and respiratory diseases. Therefore, the aim of this study was to investigate number of total mortality, cardiovascular and respiratory mortality, acute myocardial infarction and chronic obstructive pulmonary disease due to exposure to sulfur dioxide in Tehran during 2005-2014 was performed.

**Materials and Methods:** This is a descriptive-cross sectional study. At the beginning, hourly data during 2005-2014 were taken from Tehran environmental protection agency and Air Quality Control Company. Then, according to the WHO validated guidelines and statistical parameters, quantifying health effects were calculated in Excel. Finally, assessment of health effects with the software was performed.

**Results:** Annual average concentrations for SO<sub>2</sub> was 44, 86, 89, 112, 82, 81, 59, 51, 40 and 39 µg/m<sup>3</sup> during 2005-2014, respectively. The number of total mortality caused by exposure to SO<sub>2</sub> in the past decade was 8836, total number of cardiovascular and respiratory mortality in the past decade was 7335 and 1915, and total number of chronic obstructive pulmonary disease and acute myocardial infarction in the past decade was 1806 and 3478 people in 2005-2014 years.

**Conclusion:** Air pollution, especially sulfur dioxide leads to mortality and morbidity in a lot of people. According to the results of this study actions, policies, planning and management to reduce air pollution preparedness of hospitals and health centers, educating the public should be accomplished.

**Keywords:** Air Pollution, Mortality, Myocardial Infarction, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Sulfur Dioxide, Iran

---

\* Corresponding author. Tel: +98 9124840377

mohsendowlati.69@gmail.com